

И. Я. АКСЕНОВ

# КИБЕРНЕТИКА НА ТРАНСПОРТЕ



ИЗДАТЕЛСТВО

**ЗНАНИЕ**

НАУКА И ТЕХНИКА

1960

СЕРИЯ IV

8

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО  
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

---

---

Кандидат технических наук  
И. Я. АКСЕНОВ

КИБЕРНЕТИКА  
НА  
ТРАНСПОРТЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

---

---

Москва

1960

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

	<i>Стр.</i>
Понятие о кибернетике . . . . .	3
Общие принципы работы математических машин . . . . .	5
Кибернетика и принципы автоматического управления . . . . .	8
Кибернетика и автоматизация процессов в народном хозяйстве . . . . .	11
Транспорт СССР, его масштабы и перспективы развития . . . . .	13
Основные особенности транспорта . . . . .	15
Сферы применения кибернетики на транспорте . . . . .	19
Автоматизация управления транспортными единицами . . . . .	21
Автоматизация регулирования движения на станциях и участках	22
Автоматизация сортировочных процессов на железнодорожных	26
станциях . . . . .	
Автоматизация составления графиков движения, планов фор-	23
мирования и других технических документов . . . . .	
Автоматизация оперативного управления транспортными про-	31
цессами . . . . .	
Автоматизация регулирования грузовых потоков . . . . .	34
Автоматизация оперативного управления и проблема связи . . . . .	35
Автоматизация составления плана перевозок . . . . .	36
Литература . . . . .	40

Автор  
**Иван Яковлевич Аксенов**

Редактор **Т. Ф. Исланкина**  
Техн. редактор **Л. Е. Агрошенко**  
Корректор **Г. П. Зимина**

Обложка художника **И. А. Огурцова**

---

А04456. Подписано к печати 12/IV 1960 г. Тираж 45.000 экз. Изд. № 300.  
Бумага 60 × 92<sup>1</sup>/<sub>16</sub> — 1,25 бум. л. Учетно-изд. 2,54 л. Зак. № 689.

---

Типография изд-ва «Знание». Москва, центр, Новая пл., д. 3/4.

---

## ПОНЯТИЕ О КИБЕРНЕТИКЕ

**Д**ВАДЦАТОЕ столетие богато величайшими научными открытиями и достижениями. К ним относятся радар и телевидение, овладение атомной энергией, реактивные двигатели и реактивная техника, искусственные спутники, синтетические материалы и другие.

Одним из крупнейших научных достижений этого века является кибернетика — наука об общих законах управления<sup>1</sup>. Термин «кибернетика» происходит от греческого слова «кибернетес», что означает «рулевой», или «кормчий». Основой кибернетики является математическая теория автоматического управления, информации и контроля.

Как известно, каждая наука имеет свой метод. Основным методом кибернетики является метод аналогий, который позволяет раскрывать законы управления, в частности с помощью различных процессов моделирования.

Кибернетика, как наука, очень молода. Ее рождение связывается с выпуском в 1948 году математиком Н. Винером книги, для названия которой автор использовал термин «кибернетика», предложенный еще французским физиком и математиком А. М. Ампером в 1834 году.

Было бы неправильным представлять, что Н. Винер изобрел кибернетику. Она создана гигантским трудом многих поколений математиков, биологов, физиков, инженеров. При ее формировании были использованы труды таких корифеев русской науки, как И. П. Павлов, П. Я. Чебышев, А. Н. Крылов, И. М. Сеченов и другие, а также работы ученых советского периода — В. А. Котельникова, А. Н. Колмогорова, А. Я. Хинчина, А. И. Берга, А. А. Ляпунова, А. А. Маркова, С. А. Соболева.

---

<sup>1</sup> Иногда термин «кибернетика» употребляют для обозначения всей совокупности современной автоматической вычислительной и управляющей техники и прежде всего электронных машин.

Выдающиеся работы по кибернетике за рубежом принадлежат Нейману, Шеннону, Эшби.

В течение многих десятилетий усилия ученых, инженеров, изобретателей были направлены в основном на механизацию производственных процессов и замену физического труда человека машинным. В этом отношении громадное значение имело изобретение паровой машины, двигателя внутреннего сгорания, электрического двигателя и других машин. К началу второй половины XX века человечество располагало огромным количеством машин, заменяющих физический труд человека, но многие трудные и трудоёмкие процессы умственного труда оставались почти не механизированными.

Одной из самых распространенных форм умственного труда являются расчеты. Расчеты во всех сферах жизни человека — в научных исследованиях, в планировании, в использовании хозяйства — играют огромную роль, и для их производства затрачивается гигантский труд. Насколько трудоёмки такие расчеты, показывает следующий пример из области науки. Английскому математику Шенксу для вычисления значения  $\pi$  с 707 знаками после запятой потребовалось около 15 лет, при этом только 530 первых знаков, вычисленных им, оказались верными.

Современные средства кибернетики позволяют коренным образом изменить существующее положение в области облегчения умственного труда за счет механизации и автоматизации сложных вычислительных процессов.

Основой кибернетической техники наших дней являются быстрodeйствующие автоматические вычислительные машины и различные специальные автоматические регуляторы. Современные средства кибернетики, так же как и сама наука, своими корнями уходят в глубокую древность. В Египте, Индии и древнем Востоке применялись счетные доски (абак), на которых раскладывались в соответствующем порядке камешки.

Одним из древних приборов, которым пользовалось человечество с незапамятных времен, являются счеты, сохранившиеся до наших дней.

Знаменательной датой в истории развития вычислительной техники был 1642 год, когда Б. Паскаль изобрел арифмометр — первый механический прибор для счета. Через 30 лет арифмометр Паскаля был усовершенствован Лейбницем. В России первый арифмометр построил В. Т. Однер в 1847 году. Этот прибор почти в первоначальном виде остался до наших дней и является самым распространенным прибором, облегчающим умственный труд человека при расчетах.

За последние 20—30 лет некоторое распространение получила логарифмическая линейка, в основном в среде научных и инженерно-технических работников.

Что касается сложных счетно-аналитических машин, то они имели до последнего времени сравнительно небольшое применение и были сосредоточены в основном на специальных фабриках механизированного учета для обработки статистических данных.

С изобретением электронных вычислительных машин у человека появились средства, давшие принципиально новую основу для решения многих проблем, которые до последнего времени ввиду исключительной трудоемкости либо считались неразрешимыми, либо решались с помощью грубо приближенных методов.

Одним из главных качеств современных электронных вычислительных машин является их быстрдействие. В СССР уже в течение ряда лет выпускаются математические машины «Урал», с быстрдействием 100 арифметических операций в секунду, «Стрела», с быстрдействием 3 тыс. операций в секунду, БЭСМ, с быстрдействием 7—8 тыс. операций в секунду и другие. Благодаря большим скоростям счета каждая такая машина не только сберегает труд тысяч людей, но и дает новые возможности для эффективного использования результатов счета. Для иллюстрации значения быстрдействия современных машин нередко приводят такой пример: если одновременно с выстрелом из пушки включить большую электронную машину типа БЭСМ, то она по заданным параметрам рассчитает траекторию раньше, чем снаряд долетит до цели.

В настоящее время выпускаются новые машины с быстрдействием в десятки тысяч операций в секунду и ведутся работы по дальнейшему повышению скорости вычислений. Процесс совершенствования машин идет настолько интенсивно, что уже в ближайшие годы, по-видимому, появятся машины с быстрдействием 1—2 млн. операций в секунду.

Важным свойством автоматических вычислительных машин является наличие у них устройств «памяти», с помощью которых эти машины могут накапливать и хранить большое количество информации, в частности расчетных данных.

Наконец, вычислительные электронные машины оказались «способными» решать логические задачи, т. е. производить сравнение, классификацию, выбор определенных данных, используя при этом законы логики.

## **ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МАШИН**

Современные математические машины можно разбить на два основных типа:

- 1) моделирующие машины или машины-аналоги,
- 2) дискретные или цифровые машины.

Машины первого типа, как правило, более просты по

структуре. Однако машины-аналоги могут решать только узкоспециальные задачи, для которых они сконструированы.

Машины дискретного действия более сложны, но зато они универсальны. Они могут быть применены для решения самых различных задач, в том числе и для моделирования различных процессов, а также в качестве управляющих машин.

Вычислительный процесс в машинах проводится в строгой последовательности, предусмотренной программой, которая, в свою очередь, предварительно разрабатывается на основе так называемого алгоритма. Алгоритм определяет зависимость между расчетными элементами. Одним из видов алгоритма является любая математическая формула. В общем под алгоритмом понимают систему правил или приемов, применяемых к обработке исходных данных и автоматически приводящих к решению поставленной задачи.

После того как составлен алгоритм и разработанная на его основе программа введена в машину, последняя сама производит все расчеты, использует промежуточные результаты для выбора дальнейшего хода расчетов и тем самым полностью автоматизирует решение поставленной перед ней задачи.

Благодаря наличию «памяти», большого быстродействия и способности решать логические задачи, современная вычислительная техника коренным образом изменяет условия для применения математических методов при разработке крупных теоретических и практических проблем в различных отраслях хозяйства и знаний.

Универсальная математическая машина состоит из нескольких основных узлов, или блоков. Она прежде всего имеет устройство ввода, задача которого прочесть исходные данные, зашифрованные в виде перфолент или перфокарт. Исходные данные, как и промежуточные итоги, вводятся в блок оперативной «памяти» и в необходимые моменты используются для расчетов в арифметическом устройстве. Для накопления и относительно длительного хранения данных служит долговременная, или внешняя, «память». Числа здесь записываются на магнитных лентах, барабанах или другим способом. Готовый результат передается в устройство вывода, которое является дешифратором данных. Функционирование машины осуществляется под автоматическим контролем устройства управления. Пуск машины производится с нуля управления.

Любая математическая задача, как бы сложна она ни была, может быть сведена в конечном счете к арифметическим действиям, которые производятся в арифметическом устройстве машины.

Интересной особенностью подавляющего числа современных вычислительных машин является то, что они производят все арифметические действия не в десятичной, а в двоич-

ной системе счисления, так как это оказалось более удобным.

Для изображения любого числа в двоичной системе достаточно иметь всего два знака: «1» и «0» (единицу и ноль). Так как максимальной цифрой в этой системе счисления является 1, то число «два» может быть записано только как 10 (т. е. единицей второго разряда); число «три» будет в двоичной системе записано как 11; число «четыре» как 100 и т. д. (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Десятичная запись	Двоичная запись
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
15	1111
20	10100
25	11001
50	110010
100	1100100
1000	1111101000
10000	10011100010000

Таким образом, при двоичной системе любое число состоит из комбинации единиц (1) и нулей (0). Такая запись позволяет установить наличие или отсутствия в каждом разряде единицы.

Рассматривая таблицу 1, можно заметить, что числа в двоичной системе счисления более громоздки, чем в обычной десятичной системе. Так, для записи обычного пятизначного числа в двоичной системе потребуется не менее 14 знаков. Однако простота выполнения арифметических действий в двоичной системе оказалась решающей.

Это можно видеть из нижеприведенных примеров<sup>1</sup>:

$$\begin{array}{r}
 1 \ (1) \\
 +0 \ (0) \\
 \hline
 1 \ (1)
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1 \ (1) \\
 +1 \ (1) \\
 \hline
 10 \ (2)
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 10 \ (2) \\
 +11 \ (3) \\
 \hline
 101 \ (5)
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1010 \ (10) \\
 +1111 \ (15) \\
 \hline
 11001 \ (25)
 \end{array}$$

Сумма двух единиц одного разряда равна единице высшего разряда. Вычитание заменяется сложением уменьшаемого с дополнительным числом к вычитаемому. Несколько сложнее производятся умножение и деление.

<sup>1</sup> В скобках даны числа в обычной десятичной системе счисления.



Если же единицу (1) представить в виде импульса тока, а ноль (0) как отсутствие этого импульса (или наоборот), то любое устройство, способное занимать два устойчивых состояния, может фиксировать числа двоичной системы счисления.

В качестве такого устройства использована триггерная ячейка, предложенная впервые в 1918 году М. А. Бонч-Бруевичем. Триггер может переключаться мгновенно и совершать более миллиона переходов в секунду. Последовательным соединением нескольких триггерных ячеек получают многорядный счетчик, который способен считывать и фиксировать импульсы тока. Если к каждому из разрядов (триггеров) сделать привод, то получится сумматор — основа арифметического устройства современных электронных вычислительных машин.

Крупные математические машины могут оперировать практически с любыми числами. Так, машина типа БЭСМ оперирует с числами от  $10^{-19}$  до  $10^{19}$ , т. е. с ничтожно малыми числами и огромными числами, равными единице с 19 нулями.

## КИБЕРНЕТИКА И ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Кибернетика, изучающая общие закономерности управления, открыла совершенно новую эпоху в развитии методов автоматизации. Несмотря на то, что человечество с древнейших времен имеет дело с процессами управления, систематическое изучение этих процессов началось совсем недавно. В частности, роль и значение управляющих процессов в различных областях техники не были предметом систематического изучения потому, что управляющие функции в основном осуществлял человек. Управляя процессом, человек сам определяет свои действия, чтобы этот процесс шел в оптимальном режиме и привел к необходимому результату.

Выбор соответствующих действий в процессе управления и принятие решений человек производит в результате оценки и осмысливания (переработки) получаемой им информации о состоянии производственного процесса. Однако с расширением производства, развитием и усложнением техники непосредственное управление всеми машинами и агрегатами человеком не дает лучших результатов и снижает производительность труда. В связи с этим все большую роль приобретает автоматизация управления производством, а вместе с ней возникла необходимость изучения строения управляющих систем и их функционирования.

Любой процесс управления можно рассматривать как взаимодействие двух устройств — управляющего и управля-

емого. Для передачи команд от управляющего устройства к управляемому необходима линия прямой связи, по которой от управляющего устройства к управляемому идет поток информации в виде сигналов.

Практика показывает, что системы только с одной линией прямой связи не являются устойчивыми и эффективными, так как они не предусматривают контроля за точностью исполнения управляемым устройством своих функций. В связи с этим возникла необходимость связи управляемых устройств с управляющими второй линией обратной связи, которая используется для передачи информации о состоянии и режиме работы действующего устройства.

Таким образом, в наиболее совершенных управляющих системах имеются две линии связи — прямая и обратная.

Благодаря огромной скорости вычислений и способности решать логические задачи современные математические машины используются в качестве управляющих устройств в системах автоматического управления.

Информация, циркулирующая между управляющим и управляемым устройствами, представляет собой систему сигналов определенной физической природы. В большинстве технических систем управления используются импульсы электрического тока и радиоволны, а также звуковые волны.

Для установления соответствия между системой сигналов и содержанием передаваемой информации применяется особое кодирование. Иначе говоря, информация в прямых и обратных линиях связи передается в виде системы определенных кодов.

Процессы информации протекают под воздействием внешних условий, играющих роль помех. Помехи оказывают влияние как на работу исполнительного устройства, так и на линии связи и управляющее устройство.

Система команд, с помощью которой осуществляется управление процессом, закладывается в управляющее устройство (машину) в виде программы.

Располагая программой, получая обратную осведомительную информацию о состоянии исполнительного устройства и учитывая (тем или иным способом) внешнее воздействие (помехи), управляющее устройство перерабатывает поток обратной информации, выбирает соответствующие команды и передает их действующему устройству. Таким образом, в управляющем агрегате происходит переработка информации, протекающая по определенной, заранее установленной системе (по алгоритму). Следовательно, во всех системах, где осуществляется автоматическое управление какими-то процессами, возникают три главных проблемы, которые являются основой математической части кибернетики:

- 1) изучение процессов передачи информации;
- 2) изучение процессов переработки информации;
- 3) изучение строения устройств, осуществляющих переработку информации в соответствии с принятым алгоритмом.

Изучением процессов передачи информации занимается ветвь кибернетики — теория информации, которая призвана разрешить два основных вопроса, а именно: как в единицу времени передать по каналу связи максимальное количество осмысленных сообщений и как обеспечить надежность передачи этой информации.

Для ответа на указанные вопросы теория информации занимается, в частности, отысканием наивыгоднейших способов кодирования сообщений и повышения пропускной способности каналов связи, а также разработкой методов, обеспечивающих отсутствие искажений в передаваемых сообщениях.

Решение проблемы переработки информации зависит от нахождения соответствующих алгоритмов. Понятие алгоритма употреблялось у математиков уже давно, но сами по себе они не были объектом математического изучения до последнего периода. В результате исследований в настоящее время составлен специальный математический язык для описания алгоритмов, который оказался удобным и для описания работы вычислительных машин. На основании этой формы записи алгоритмов в последние годы разработаны способы автоматического программирования задач, передаваемых для решения на машине.

Проблемой реализации алгоритмов, согласно которым происходит переработка информации в машинах, занимается теория управляющих устройств.

В организме человека и высших животных с точки зрения кибернетики наибольший интерес представляет нервная система, которая является основной управляющей системой. Исследования показывают, что работа нервной системы заключается в восприятии, хранении (запоминании) и переработке информации.

Мозг человека осуществляет гораздо более сложную и разнообразную переработку информации, чем любая из имеющихся сейчас вычислительных машин. Хотя человеческий мозг имеет значительно меньшие размеры, его работа обладает более высокой степенью надежности, чем самая сложная современная машина.

В живых организмах информация передается в виде нервных импульсов. Изучение способов переработки и кодирования информации в живых организмах очень важно для дальнейшего прогресса кибернетических устройств техники.

Изучение некоторых общих закономерностей в процессах управления, имеющих место в живых организмах и в маши-

нах, взаимно обогащает как техническую кибернетику, так и некоторые отрасли биологических наук. В настоящее время уже не вызывает сомнения тот факт, что техника будущего сможет заимствовать у живой природы многие совершенные способы решения кибернетических задач.

## **КИБЕРНЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Методы и средства кибернетики начинают быстро внедряться во многие отрасли хозяйства и знаний. Так, например, они находят все более и более широкое применение для автоматического управления металлургическими процессами и, в частности, для регулирования процессов, происходящих в доменных при выплавке чугуна и в сталеплавильных печах при варке стали. Примером применения кибернетики в металлообработке может служить автоматизация проката металла, в том числе холодного проката листа, где необходимо тщательное мгновенное измерение толщины по всей поверхности прокатываемого металла.

В области химии эти методы применяются для автоматизации управления сложными реакциями. В гидравлике и гидротехнике они нашли применение для моделирования процессов водных потоков и поведения в этих потоках различных гидротехнических сооружений.

По-видимому, наибольшее распространение к настоящему времени средства кибернетики получили в машиностроении, так как уже давно созданы и действуют большие автоматические линии и даже целые заводы для автоматической обработки шарикоподшипников, поршней для автомобильных моторов, для автоматической резки, фрезерования и обточки сложных деталей по чертежам и т. д. С помощью методов и средств кибернетики моделируются условия полета в воздухе фактически не существующих самолетов, разработанных лишь в виде чертежей. Эти методы моделирования позволяют до построения самолетов испытывать их на скорость, устанавливать потолок, маневренность, определять прочность, вибрацию и т. д. Машинная математика позволила предвычислить условия полета и орбиты искусственных спутников Земли и Солнца.

Использование методов и средств кибернетики позволило решать трудные экономические задачи, не поддававшиеся решению ранее из-за огромного количества вариантов и громоздкости вычислений. На основе теории линейного программирования с использованием вычислительных машин начинают решать задачи экономической увязки и регулирования различных отраслей народного хозяйства. В США расценивается как крупное научное открытие в экономической те-

ории так называемая таблица Леонтьева, в которой использован принцип «косой таблицы», или «шахматки», давно известной всем железнодорожникам. В этой таблице при расчете, например, материальных балансов вместо пунктов или дорог отправления и назначения по горизонтали и вертикали записывается продукция различных отраслей промышленности и сельского хозяйства (уголь, нефть, металл, цемент, хлеб и т. д.). Таблица Леонтьева дает исходные данные для выбора с помощью быстродействующих вычислительных машин наиболее выгодного варианта материального баланса из многих тысяч или сотен тысяч вариантов.

Математические методы решения экономических задач в настоящее время существуют в качестве отдельной ветви науки, получившей наименование эконометрики.

Методы и выводы кибернетики все шире и шире применяются в биологии, физиологии и медицине. С помощью их исследуются условия взаимодействия человека и внешней среды, условия взаимодействия центральной и периферической нервной системы человека и животных, условия взаимодействия нервной системы и мускулатуры живых существ, условия передачи информации в живых организмах и более сложные биологические и физиологические процессы развития и жизни живых организмов. Так, например, на втором Международном конгрессе по вопросам кибернетики, в частности, сообщалось о работах, в которых рассматривались условия передачи информации между клетками в живых организмах, рассматривался глаз как кибернетический прибор с обратной связью и т. п.

В СССР разрабатывается прибор в виде человеческой руки, которая сжимает и разжимает пальцы под воздействием мысли человека. Для этого человек надевает на свою руку выше кисти специальный браслет, связанный проводами с этим прибором, и сжимает или разжимает пальцы. Мысленно заставляя сжать или разжать пальцы своей руки, человек воздействует и на автоматический прибор. Принцип действия модели руки заключается в том, что при намерении человека сжать пальцы в определенных частях его руки образуются так называемые биотоки, которые улавливаются браслетом и после усиления воздействуют на гидравлический привод, управляющий пальцами модели. Надо думать, что в недалеком будущем мы будем свидетелями новых, более совершенных протезов, работающих на основе использования биоток.

Лингвисты успешно решают задачу машинного перевода с одного языка на другой с помощью электронной машины и работают над исследованием процессов, связанных вообще с познанием языков человеком.

За рубежом в настоящее время в оценке перспектив и возможностей кибернетики допускаются заблуждения и даже идеалистические извращения. Так, например, широко обсуждаются проблемы создания произведений искусства, построения человеческого организма и неорганических материалов с помощью машин и т. д. Однако остается непреложным тот факт, что кибернетика представляет собой мощную силу в руках человека для познания и преобразования жизни.

Как видно из всего сказанного выше, кибернетика находит все более широкое применение в различных областях народного хозяйства.

### ТРАНСПОРТ СССР, ЕГО МАСШТАБЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

На протяжении всей своей истории транспорт, и прежде всего железнодорожный, всегда был одним из первых крупнейших потребителей новых достижений науки и техники. На транспорте всегда использовались многие новейшие достижения механики, оптики, электротехники, химии, автоматики. Многие средства автоматического регулирования были изобретены специально для транспорта и исходя из его потребностей. Таковы, например, автоблокировка, централизация, авторегулировка, автотормоза и т. д. Следует заметить, что некоторые средства с транспорта перешли в другие отрасли хозяйства. Такова диспетчерская связь, которая сейчас получила распространение почти во всех отраслях народного хозяйства для оперативного управления технологическими процессами различных предприятий.

Нет сомнения в том, что кибернетика получит широчайшее распространение на транспорте, так как транспорт более чем многие другие отрасли хозяйства нуждается в ней как в силу своих специфических особенностей, так и ввиду тех крупных технико-экономических результатов, которые кибернетика может обеспечить для транспорта и государства в целом. Чтобы понять, насколько необходима кибернетика для транспорта, следует хотя бы коротко упомянуть о его масштабах и тех условиях, которые действуют на транспорте и которые делают необходимой автоматизацию его процессов.

СССР обладает железнодорожной сетью общей протяженностью 125 тыс. км. Это крупнейшая сеть в мире с единым централизованным управлением. По протяжению наша сеть занимает второе место в мире после США, где имеется 340 тыс. км эксплуатационной длины железных дорог. Но по объему перевозок и качеству эксплуатации наши железные дороги не имеют равных в мире. В 1965 году грузооборот железных дорог достигнет 1800—1850 млрд. тонн

на-километров (*ткм*), а в 1975 году — в пределах 2500—3000 млрд. *ткм*.

Несомненно, что в ближайшие годы грузооборот наших железных дорог будет равен всему мировому грузообороту. Это показывает, насколько велик объем и напряженность работы железных дорог СССР.

СССР располагает сетью в 500 тыс. *км* речных путей. Пока у нас используется для судоходства и сплава леса 133 тыс. *км* внутренних водных путей. В будущем сеть водных путей будет расти. Однако и сейчас действующая сеть внутренних водных путей значительно больше, чем в любой другой стране мира.

Протяженность морской границы СССР достигает 47,5 тыс. *км*. Грузооборот морского транспорта составляет 92,7 млрд. *ткм*.

Сеть автомобильных дорог в нашей стране составляет 1505 тыс. *км*, из них с твердым покрытием пока только 235 тыс. *км*. Конечно, этого далеко не достаточно, и автомобильные дороги у нас будут интенсивно строиться.

Ускоренными темпами развивается воздушный транспорт. По протяженности сети внутренних воздушных линий СССР занимает первое место в мире, а по общему объему перевозок в тонна-километрах — второе место, уступая пока США. Доля авиатранспорта в обслуживании пассажирских перевозок постепенно повышается и составила в 1959 году около 4,5% общего пассажирооборота страны в междугородном сообщении. Интенсивно растут также воздушные перевозки почты.

Наша страна является первой в мире, на воздушных линиях которой началась регулярная эксплуатация турбореактивных и турбовинтовых пассажирских самолетов. В процессе испытания находятся и другие пассажирские самолеты с турбореактивными и турбовинтовыми двигателями.

Воздушный транспорт должен стать основным видом пассажирского транспорта в нашей стране. Объем пассажирских авиаперевозок увеличится к 1965 году в 6 раз. Кроме того, воздушный транспорт примет на себя дальние перевозки почты, а также особо срочных и ценных грузов.

Сводные данные об объеме перевозок в миллиардах тонна-километров на различных видах транспорта приведены в таблице 2.

На всех видах транспорта работают сейчас свыше 6 млн. человек, в том числе на железнодорожном 3,5 млн. человек. Ежегодно на транспорте при погрузке и выгрузке перерабатывается около 15 млрд. *т* грузов.

Несмотря на самую низкую в мире себестоимость железнодорожных перевозок (за 1959 год она составила 3,149 коп.

Таблица 2

Виды транспорта	1957 г.	1965 г.
Грузооборот транспорта СССР	1469,2	2433—2487
В том числе:		
железнодорожного	1212,8	1800—1850
морского	91,7	200—204
речного	76,4	131
автомобильного	61,7	117
трубопроводного	26,6	185

за 1 ткм), издержки нашего государства на транспортирование по железным дорогам, по неполным данным, достигают 60 млрд. рублей в год, а в целом по стране расходуется ежегодно на транспортирование около 140 млрд. рублей.

Основные фонды транспорта исчисляются многими сотнями миллиардов рублей. В каждый момент на всех видах транспорта находится 17—20 млн. т груза на сумму 38—40 млрд. рублей в качестве «оборотного грузового фонда» транспорта.

Приведенные краткие характеристики говорят об огромных масштабах хозяйства транспорта.

### ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТА

Основные особенности транспорта заключаются прежде всего в том, что, являясь, по Марксу, четвертой материальной отраслью производства, он не создает новых материальных ценностей, а лишь продолжает производственный процесс, перемещая грузы в пространстве. В силу этого транспорт не может резервировать свою продукцию (тонна-километры), поскольку он реализует ее в процессе производства. В связи с этим транспорт должен обладать особо высокой мобильностью при разумных резервах технического вооружения.

Еще до революции русские инженеры-транспортники пошли по пути повышения маневренности железных дорог и других путей сообщения. В нашей стране только путь повышения маневренности железных дорог при минимально необходимых резервах мощности является разумным и правомерным, так как он соответствует условиям социалистического государства. Кибернетика является мощнейшим и качественно новым средством для повышения маневренности транспорта.

Вторая особенность транспорта состоит в том, что его основные средства находятся в непосредственном и постоян-



ном взаимодействии с внешними условиями, и хотя транспорт работает под открытым небом и различные внешние условия (температура, осадки, ветер, туман и др.) являются источником постоянных воздействий на его процесс, он обязан действовать непрерывно и строго по расписанию.

Особо важное значение для транспорта фактор времени имеет не только потому, что он обязан работать строго по расписанию, но и потому, что подвижной состав и находящиеся в нем грузы постоянно меняют свое положение так, что каждый день и каждый час образуется новая ситуация с расположением локомотивов, вагонов, а следовательно, и грузов на сети. Это обстоятельство требует при управлении быстрых, оперативных решений. Транспорт не терпит промедлений, так как на нем при большой густоте перевозок быстро развиваются эксплуатационные затруднения, ликвидация которых очень сложна. Достаточно иногда допустить перерыв движения в течение нескольких часов, как ликвидация образовавшейся «пробки» займет несколько суток, в тяжелых случаях затруднения затягиваются на месяц. Даже при относительно небольшой густоте движения, которая была в дореволюционный период, на железнодорожном транспорте происходили крупные затруднения из-за несвоевременного принятия регулировочных мер. Железнодорожникам известны также серьезные затруднения, имевшие место до второй мировой войны и особенно во время этой войны. В 1954 году в связи с освоением целинных земель на железных дорогах возникли такие затруднения, которые потребовали проведения особых, очень дорогих мер для их ликвидации.

В настоящее время средняя густота движения на железных дорогах превысила 11 млн. *ткм/км* в год. Через 5—7 лет грузонапряженность превысит 15 млн. *ткм/км*. В этих условиях эксплуатационные затруднения более опасны, но их возможно избежать, если будет повышено качество оперативного управления транспортным процессом и если не будут допускаться промедления в принятии необходимых мер.

Вместе с тем командному составу, занятому оперативным регулированием движения на транспорте в современных условиях, как правило, не хватает времени для основательного анализа обстановки и выбора методов осуществления необходимых операций, поскольку ситуация на транспорте меняется очень быстро, а сбор и переработка огромной информации чрезвычайно трудоемки. По-видимому, только автоматизация процессов оперативного управления перевозочным процессом на базе современной вычислительной техники может дать положительное решение этого вопроса.

Третьей особенностью любого вида транспорта является то, что он оперирует огромными массами подвижных средств: вагонов, поездов, локомотивов, судов, автомашин,

самолетов, дислокация которых непрерывно меняется. Общий парк локомотивов, вагонов, автомашин, судов, самолетов составляет много миллионов. Эта огромная масса дорогих сложных единиц нуждается в непрерывном управлении с целью обеспечения транспортных потребностей и рационального использования всех средств.

Транспорт непосредственно связан с большим числом отправителей и получателей. Он осуществляет начальные и конечные операции ежедневно на многих тысячах пунктов, перемещая огромные массы самого разнородного груза и пассажиров. Железные дороги СССР, используя вагоны в несколько раз лучше, чем это делается в зарубежных странах, вынуждены работать в условиях меньшей путевой емкости для вагонного парка. Это еще более усложняет управление подвижным составом на железных дорогах.

Массовость средств и связей транспорта с клиентурой вызывает необходимость затраты большого труда на переработку огромного объема информации в виде различных сведений и данных. Резкое сокращение трудоемкости при одновременном повышении качества всей этой работы может дать только современная электронная техника.

Четвертой особенностью транспорта является более тесная взаимосвязь и взаимодействие отдельных его элементов, производственных единиц и подразделений, чем в других отраслях народного хозяйства. Эта особенность обусловлена тем, что на транспорте существует зависимость подразделений не столько в отношении продукции, сколько в отношении самого производственного процесса перевозок. Различные предприятия, например шахты угольной промышленности, расположенные рядом, могут работать независимо друг от друга. Но дороги или станции, даже удаленные друг от друга на сотни и тысячи километров, могут оказывать и фактически оказывают непосредственное влияние на осуществляемый ими перевозочный процесс. Эта особенность обусловлена на железнодорожном транспорте в основном наличием рельсовой колеи, ограничивающей свободу передвижения транспортных единиц, и единством вагонного парка как основы перевозочных средств.

Особая взаимозависимость элементов хозяйств на железнодорожном транспорте выражается также в необходимости соблюдения в каждом подразделении определенных строгих соотношений прежде всего между размерами вагонного и локомотивного парков и путевым развитием. Между тем предмет перевозки — грузы или пассажиры — перемещаются в пределах страны независимо от административных границ транспортных подразделений. Следовательно, «под давлением» предмета перевозки подвижной состав имеет практически неограниченное перемещение в пределах сети. При этом, в

каком бы районе сети ни появился предмет перевозки, а следовательно, и подвижной состав, он требует для своего размещения и транспортирования наличия путей, пропускной способности, механизмов для обработки, затраты определенных материальных средств и людского труда.

Таковы основные особенности, которые существенно отличают транспорт, и прежде всего рельсовый, от других отраслей народного хозяйства. К сожалению, эти важные особенности транспорта для некоторых работников, в том числе и специалистов транспорта, остаются незамеченными и не учитываются при решении транспортных вопросов. Однако их начинают остро чувствовать в периоды, когда на транспорте возникают резко изменяющиеся перевозки во времени и в географическом отношении. Не случайно, что в годы Великой Отечественной войны, когда был нарушен обычный, установившийся ритм работы транспорта, недостаток резервов и маневренности вызывал много серьезных последствий.

Английский специалист транспорта Джибб в «The Journal of Institute of Transport» за ноябрь 1944 года писал: «Весь мир и Великобритания, может быть, более всех остальных, смотрит с тревогой на положение транспорта в будущем. В настоящее время убедились в том, что транспорт является не только одной из главных отраслей промышленности, но что он держит в руках ключи от всех прочих отраслей хозяйства. Однако принципы, положенные в основу развития этой важнейшей отрасли, менее полно изучены и менее выяснены, чем в любой иной части нашей экономической жизни».

Итак, транспорт СССР представляет собой гигантскую динамическую систему, требующую особых форм оперативно-технического управления перевозочным процессом. В настоящее время оно осуществляется с большим напряжением в работе оперативно-распорядительного и оперативно-технического персонала, который должен непрерывно преодолевать возникающие препятствия для выполнения заданных перевозок и получения наилучших технико-экономических и эксплуатационных результатов.

Это напряжение в работе руководящего состава обусловлено не только высокими темпами роста нашего хозяйства в целом, но и тем разрывом, который все более и более проявляется между современными масштабами сети, невиданно возросшим объемом перевозок и качественно новой техникой, с одной стороны, и системой оперативного управления — с другой. Можно констатировать, что система и средства управления эксплуатационной работой в основном остались на уровне давних лет, если не считать существенного усовершенствования связи и прежде всего телефонной.

Выше уже отмечалось, что в течение многих десятилетий усилия людей были направлены в основном на замену физи-

ческого труда человека машинным, тогда как в области облегчения умственного труда делалось несравненно меньше. Интересно отметить, что, по подсчетам некоторых ученых, немногим более 100 лет назад (в 1850 году) в общем балансе энергии человечества 15% создавалось мускульной силой человека, 79% — мускульной силой животных и только 6% — водяными, ветряными и немногими паровыми двигателями, имевшимися в тот период. В настоящее время считают, что только 1% в общем балансе энергии занимает мускульная сила человека, а 90% энергии человек получает от природных источников.

Таким образом, за истекшие 100—110 лет проведена огромная работа по облегчению физического труда человека и наряду с этим многие трудные и трудоемкие процессы умственного труда остались почти немеханизированными. В частности, на железнодорожном транспорте большие и трудоемкие работы проводятся по составлению планов перевозок, по разработке основных документов, определяющих систему организации движения (графики движения поездов, планы формирования, технологические процессы, технические нормы эксплуатационной работы), в области статистического учета и отчетности и пр. Обычно при указанных работах в качестве приборов, облегчающих умственный труд человека, используются логарифмические линейки, арифмометры, в лучшем случае более усовершенствованные счетные машины типа компюметров. Таким образом, если не считать фабрик механизированного учета, где применяются более или менее совершенные электромеханические вычислительные машины, аппарат железных дорог не имеет методов и приборов, кардинально облегчающих и ускоряющих умственный труд инженерно-технических работников транспорта и повышающих качество разрабатываемых ими документов.

Современная кибернетика является именно той наукой, которая дает принципиально новую основу для решения многих трудных проблем планирования и оперативного управления транспортным процессом на основе автоматизации инженерно-технических расчетов.

## **СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ КИБЕРНЕТИКИ НА ТРАНСПОРТЕ**

Кибернетические машины, т. е. машины, получающие, перерабатывающие и выдающие информацию, должны получить самое широкое применение в различных областях транспорта. В настоящее время можно наметить восемь таких основных областей, где может и должна быть применена автоматизация:

- 1) управление отдельными транспортными единицами;

2) управление технологическими процессами отдельных предприятий и подразделений;

3) разработка основных технических документов, определяющих организацию движения на транспорте (графики движения поездов, планы формирования, технологические процессы, технические нормативы эксплуатационной работы и т. д.);

4) оперативное управление перевозочным процессом и прежде всего регулирование перевозок;

5) расчеты по планированию перевозок;

6) расчеты, связанные с проектированием, строительством, содержанием и эксплуатацией различных элементов транспортного хозяйства;

7) коммерческие операции, учет и статистика;

8) научные расчеты.

Автоматизация в указанных сферах транспорта будет связана прежде всего с широким внедрением современных электронных математических машин, которые могут применяться как в качестве вычислительных, так и в качестве управляющих устройств. Для эффективного использования больших вычислительных машин они будут сосредотачиваться в крупных транспортных вычислительных центрах общего или специального назначения. Маленькими машинами типа «Урал» будут снабжены вычислительные центры на линейных предприятиях, в научно-исследовательских институтах, в отделениях железных дорог.

До недавнего времени большие электронные вычислительные машины требовали для своего размещения площадь в 300—500 кв. м, так как содержали большое количество ламп. Для иллюстрации можно указать, что первая большая электронная машина, построенная в США в 1943 году, имела 18 тыс. электронных ламп. Наша машина БЭСМ также имеет большое количество ламп (5 тыс. штук).

Такие большие машины требуют не только большой площади для своего размещения, но и большого расхода электрической энергии для питания (ламп и различных агрегатов), особой системы охлаждения и вентиляции и, наконец, что самое главное, не являются достаточно надежными в работе.

С применением полупроводников и магнитных элементов, в частности ферритов, габариты машин резко сократились, а надежность действия их значительно возросла. Поэтому современные вычислительные машины занимают небольшую площадь, требуют относительно небольшого расхода энергии и являются в высшей степени надежными.

Это позволяет применять такие машины в качестве управляющих не только в стационарных устройствах, но и в подвижных, где габариты машин имеют весьма существенное, а иногда и решающее значение.

## Автоматизация управления транспортными единицами

Движение каждой транспортной единицы происходит в сложных условиях постоянного взаимодействия ее с внешней средой. Независимо от этого при движении каждой такой единицы требуется соблюдение: а) срочности, т. е. установленного расписания; б) безопасности движения; в) экономичности.

В связи с этим для контроля правильности движения транспортной единицы возникает необходимость постоянного замера скорости, пройденного пути, реализуемой мощности, внутрикотлового давления пара, температуры, числа оборотов двигателя, расхода топлива и т. д. Водитель, пользуясь своими органами чувств, непосредственно не может учесть все эти требования, и поэтому в ходе технического прогресса транспортные единицы стали оснащаться соответствующими счетчиками, манометрами, спидометрами, вольтметрами и другими более сложными приборами автоматического контроля и записи скорости, пройденного пути, режима работы двигателя и т. п.

Каждая современная активная единица транспорта имеет при главном двигателе целую серию таких приборов для контроля режимов работы всех агрегатов и управления машиной, а также для контроля процессов взаимодействия транспортной единицы с внешней средой. Известно, что в кабине современного локомотива, судна и в особенности самолета сосредоточены десятки и даже сотни подобных приборов. В ряде случаев (на самолетах, судах и локомотивах) пришлось разделить функции управления между двумя лицами: машинистом и помощником, первым и вторым пилотами. На многих транспортных единицах внимание водителей обычно сосредоточено только на приборах контроля безопасности и бесперебойности работы двигателя, скорости движения и величины пройденного пути. Контроль экономичности работы транспортных единиц до сих пор остается, как правило, за пределами непосредственных возможностей человека.

При указанном обилии приборов уже теперь водителю нелегко управлять многими транспортными единицами, скорость движения и размеры которых непрерывно растут. Вот почему возникла новая проблема — автоматизации управления отдельными транспортными единицами и прежде всего локомотивами, судами и самолетами.

В СССР уже разработано устройство, названное «автомашинистом» для автоматизации вождения поездов. Эта задача решена не только теоретически, но и практически. Летом 1958 года на одном из подмосковных пригородных участков проведена экспериментальная проверка этого устройства. «Автомашинист» состоит из малогабаритной вычисли-

тельной машины, смонтированной на ферритах, отдельного блока «памяти», где в закодированном виде даны соответствующие параметры установленной скорости и профиля в каждой контрольной точке пути, и управляющего блока, непосредственно воздействующего на тяговые двигатели локомотива. Таким образом, «автомашинист», снабженный программой ведения поезда, автоматически увеличивает и снижает скорость в соответствующих точках пути и осуществляет полную остановку поезда на станциях и в любой точке пути при закрытом сигнале.

Во время следования поезда вычислительная машина получает от соответствующих датчиков показания о пути, о времени и скорости движения транспортной единицы и выбирает для каждого отрезка пути наивыгоднейший режим работы локомотива. «Автомашинист» резко облегчает труд человека (машиниста) и позволяет точно соблюдать график движения не только в целом на перегоне, но и в каждой отдельной точке перегона, обеспечивая более полную безопасность движения и позволяя достигнуть существенной экономии электроэнергии. Указанные качества особенно ценны для пригородных участков с большей густотой движения — 200 пар поездов в сутки и выше. Вместе с этим «автомашинист» позволяет при определенных условиях ограничиться одним лицом на локомотиве вместо двух.

Попытки автоматизации вождения локомотива были сделаны во Франции путем применения системы радиоуправления. Есть сообщения в зарубежной печати о том, что в США также работают над автоматизацией поездов.

### **Автоматизация регулирования движения на станциях и участках**

Важное значение имеет кибернетика для автоматизации регулирования движения поездов в пределах станций и участков. В самом деле, как только на железнодорожном пути стала обращаться не одна транспортная единица (поезд), возникла новая проблема обеспечения взаимной безопасности и бесперебойности их движения при сохранении ранее указанных требований срочности и экономичности.

Принципиально только воздушный транспорт использует трехмерное пространство, но фактически и для самолетов установлены теперь определенные воздушные коридоры. Что касается морского транспорта, то движение его единиц в принципе происходит в двухмерном пространстве, хотя фактически морские суда следуют также по определенным курсам. На подходах же к портам морские суда часто могут использовать только узкий фарватер. Речной и автомобильный транспорт пользуется двухмерным пространством в резко

ограниченных масштабах. Что касается железнодорожного транспорта, то его единицы по существу имеют свободу только линейного движения, что обусловлено наличием рельсовой колеи.

Таким образом, все виды транспорта, и прежде всего железнодорожный, осуществляют свою работу в условиях непосредственного влияния одной транспортной единицы на другую. В настоящее время на сети путей сообщения движутся одновременно десятки и сотни тысяч транспортных единиц, что обуславливает сложное влияние их друг на друга в процессе движения.

Для того чтобы обеспечить безопасность движения всех транспортных единиц, появились специальные системы и средства регулирования движения. К этим средствам следует отнести прежде всего автоблокировку, авторегулировку, электроцентрализацию стрелок и сигналов на отдельных пунктах, локомотивную сигнализацию, диспетчерскую централизацию. Эти средства не только обеспечили резкое повышение безопасности движения, но и позволили увеличить скорость и экономичность работы, а также в ряде случаев позволили сократить потребность в обслуживающем штате. Однако функции регулирования движения все же остались за человеком, за исключением условий движения поездов при авторегулировке, когда происходит автоматическая остановка поездов помимо воли машиниста.

Массовость движущихся транспортных единиц на каждом отдельном отрезке пути выдвигает, таким образом, вторую проблему — автоматическое регулирование взаимного движения поездов на станциях и участках.

На крупных станциях, имеющих даже самую совершенную систему централизации — маршрутную, в силу большой густоты движения дежурный по станции с трудом успевает своевременно готовить маршруты приема и отправления поездов. В ряде случаев, как, например, это сделано на одной пассажирской станции Московского узла, за пультом управления сидят два дежурных по станции, из которых один ведет одной стороной станции, а второй — другой. Это решение вынужденное и не лучшее: с установлением двух лиц фактически появляется двойственность командования на станции, что в принципе нецелесообразно, не считая излишних расходов на содержание удвоенного штата дежурных по станции. В связи с этим на крупных станциях с большими размерами движения возникает задача автоматизации подготовки маршрутов с помощью программных устройств.

По сообщениям иностранной печати, в 1958 году в Лондоне введено в эксплуатацию несколько установок электроцентрализации с программным управлением при размерах движе-



ния в 900 поездов в сутки. Автоматические посты с предварительным набором маршрутов применяются также во Франции.

Устройства программного управления стрелками, строго говоря, не являются кибернетическими, но их можно рассматривать как переходную ступень к кибернетическим системам.

Особую задачу представляет автоматизация регулирования движения поездов на участке. В настоящее время регулирование автоматизируется за счет устройства диспетчерской централизации. Эта телемеханическая система дает достаточно высокую степень механизации перевода стрелок и сигналов, но она не автоматизирует процесса регулирования по существу. Опыт работы показывает, что с удлинением подобных участков, а также с повышением размеров движения, диспетчер не всегда успевает обеспечить своевременный перевод стрелок и открытие сигналов движущимся поездам. Для ликвидации этого недостатка конструкторы предложили систему диспетчерской централизации с предварительным набором маршрутов. Однако и данное нововведение не разрешило полностью всех трудностей. Поэтому на ряде участков в помощь диспетчеру были выделены дополнительные операторы, которые взяли на себя некоторые функции диспетчера, преимущественно связанные с подготовкой диспетчерских приказов и фиксированием различных данных.

Многие диспетчеры жалуются на большую усталость глаз в связи с необходимостью непрерывного наблюдения за всеми контрольными лампочками, смонтированными на табло. За рубежом делается попытка устранить этот недостаток устройством отдельного выносного табло, располагаемого на достаточно далеком расстоянии от диспетчера. На столе же диспетчера устанавливается специальный прибор — манипулятор с компактной аппаратурой для управления стрелками и сигналами. Введение поездографа освобождает диспетчера от вычерчивания графиков исполненного движения.

Все эти устройства помогают диспетчеру, но не разрешают основной проблемы — автоматизации самого процесса регулирования, т. е. выбора наиболее выгодного варианта пропуска поездов через участок. Указанная задача может решаться только при помощи современной электронной техники.

Если электронная машина будет связана с контрольными пунктами (стрелками и сигналами участка) и снабжена соответствующей программой, вытекающей из графика движения поездов, то она сможет не только обеспечить движение поездов по графику, но в случае сбоя его выбирать самый лучший вариант регулировочных мер. Пока не известно, чтобы подобная задача была разрешена где-либо практически на железной дороге, однако в области регулирования уличного движения электронные установки созданы и эксплуатируются.

Ленинградский электротехнический институт связи имени М. А. Бонч-Бруевича разработал электронно-релейное устройство для автоматического учета движущегося транспорта и регулирования его на уличных перекрестках. Устройство включает датчик, представляющий собой катушку, расположенную под проезжей частью дороги (улицы). Такие датчики размещаются в 80—100 м от перекрестка на каждой правой стороне улицы. Следовательно, на обычном перекрестке размещается четыре указанных датчика. Датчики представляют собой колебательный контур, в котором циркулирует переменный ток, образующий вокруг датчика высокочастотное магнитное поле. При проезде над датчиком автомашин они отвлекают на себя часть магнитной энергии и нарушают настройку колебательного контура. Это нарушение и воспринимается управляющим блоком как сигнал о подходе к перекрестку автомашины.

Автоматический светофор, управляемый указанным устройством, изменяет свои показания в зависимости: от числа автомобилей, остановившихся у красного светофора; продолжительности стоянки первого автомобиля, остановившегося у красного сигнала; числа автомобилей, следующих в поперечном направлении под зеленый сигнал светофора.

Управляющая система выполняет ряд функций, и в частности:

а) автоматически считает число транспортных единиц, следующих через перекресток по каждой улице, и фиксирует это число на счетчиках;

б) автоматически изменяет продолжительность горения того или иного сигнала светофора для каждой из пересекающихся улиц в зависимости от интенсивности движения на них транспорта;

в) позволяет обеспечивать преимущественный проезд автомашин на основных магистралях за счет изменения режима работы светофора;

г) «запоминает» одиночные автомашины, подходящие к красному сигналу, и обеспечивает пропуск этих машин через перекресток в интервале между транспортными средствами, двигающимися по пересекающей улице. При отсутствии интервала, достаточного для пропуска одиночной машины, электронно-релейное устройство может переключить светофор для пропуска этой машины по истечении определенного заданного времени;

д) обеспечивает сокращение времени простоя автомашин у красного сигнала по мере накопления этих машин.

е) обладает «способностью» учитывать невозможность мгновенно остановить движущуюся автомашину и поэтому в случае подхода к светофору двух машин по пересекаю-

щимся улицам пропускает беспрепятственно ту из них, которая следует на зеленый сигнал светофора;

ж) обеспечивает регулярный пропуск пешеходов через определенные промежутки времени, устанавливаемые заранее при помощи соответствующей регулировки, независимо от интенсивности движения автотранспорта;

з) позволяет изменять время горения желтого сигнала на светофоре в пределах от 0,5 секунды до 1,5 минуты и обеспечивает преимущественный пропуск специальных машин, в том числе пожарных и скорой помощи, если эти машины оборудованы отдельным устройством в виде катушки, через которую пропускается пульсирующий ток.

Действующий макет указанного автоматического светофора экспонируется на Выставке достижений народного хозяйства СССР.

В Нью-Йорке применяется электронная машина для регулирования уличного движения на 120 перекрестках. Машина, получающая сигналы с каждого перекрестка о времени стоянки первого автомобиля, остановившегося у закрытого сигнала, о числе автомашин, ожидающих пропуска в каждый данный момент у красного сигнала, и о числе автомашин, следующих под зеленый сигнал, решает соответствующие задачи и переключает уличные светофоры.

### **Автоматизация сортировочных процессов на железнодорожных станциях**

Требования массовости и экономичности перевозок привели в ходе технического развития транспорта к системе перемещения грузов и пассажиров в составах и в связи с этим к обособлению энергетической установки от повозок для груза и пассажиров. Так появились локомотивы, буксиры, автогачи и, соответственно, вагоны, баржи, прицепы и т. д. Составление поездов из различных повозок вызвало новые сложные процессы реформирования составов в различных пунктах. В связи с этим на железных дорогах, например, сооружены крупные сортировочные станции, на реках — формирующие рейды.

В рассматриваемой проблеме особый интерес представляют крупные сортировочные станции, где работает большое количество стрелочников и так называемых башмачников, осуществляющих торможение вагонов с помощью ручных башмаков. В настоящее время на сети железных дорог имеется около 130 тыс. стрелочников и 5 тыс. башмачников. Труд этих категорий людей является тяжелым и небезопасным.

Уже в течение многих лет проводились работы по автоматизации некоторых станционных процессов. Задача перевода стрелок и сигналов решена полностью применением устройств

силовой централизации. Успешно разрешена механизация торможения вагонов при скатывании их с горки. Однако решить задачу полной автоматизации торможения до сих пор не удавалось. Поэтому наряду с дорогостоящими замедлителями на каждой сортировочной станции осталось значительное количество башмачников, главное назначение которых заключается в исправлении ошибок операторов, управляющих замедлителями. Если оператор ошибочно выпустит отцеп с повышенной скоростью с последнего замедлителя, то во избежание опасных столкновений башмачник с помощью ручных башмаков затормаживает этот отцеп. Но если оператор ошибочно выпустит отцеп с пониженной скоростью, то башмачник не может исправить ошибку оператора, так как отцеп остановится, не доходя до стоящих на пути вагонов, образует так называемые «окна» между вагонами. Для ликвидации этих «окон» на станции содержатся локомотивы, производящие операции осаживания этих вагонов. В этом случае прекращается роспуск поездов с горки и тем самым сокращается перерабатывающая способность горки.

Только быстродействующие электронные машины оказались «способными» на основе автоматической информации о скорости движения и весе отцепа определять сопротивление каждого отцепа и, мгновенно решая достаточно сложные уравнения, задавать необходимый режим торможения каждому замедлителю. Такая система позволяет автоматически точно определять пути пробега отцепов и устанавливать их без «окон» и опасных ударов о стоящие на путях вагоны.

Эффективность автоматизации сортировочных процессов весьма значительна, так как указанные устройства позволяют снять затраты на содержание башмачников и локомотивов (для осаживания вагонов), а также повысить перерабатывающую способность горок на 15—30%.

Система автоматизации торможения вагонов разработана не только теоретически, но и осуществима в опытной конструкции. Всесоюзный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта в настоящее время проводит опытную проверку приборов для полной автоматизации торможения на сортировочных станциях.

В США автоматизация сортировочной работы началась в 1952 году на станции Милуоки. В следующем году подобные устройства были применены на станции Элджин. Теперь устройства автоматизации торможения имеются на ряде станций, в частности на станции Конвей у Питсбурга Пенсильванской железной дороги, на станции Норс Плейт дороги Юнион Пасифик и др. Автоматизация торможения на станции Норс Плейт, по данным печати, обеспечила не только повышение скорости сортировки, но и экономию на бое вагонов 45 млн. долларов в год. На этой станции, в частности, применен ав-

томат для открытия буксовых крышек с целью заливки горячей смазки в буксы зимой.

В 1956 году была автоматизирована станция Ингвуд Южно-Тихоокеанской железной дороги. На этой станции, как и на ряде других, электронная вычислительная машина получает сигналы, о скорости движения отцепов от 18 радарных антенн, а о весе — от электронных весов.

В 1957 году была автоматизирована станция Фронтир Нью-Йорк Центральной железной дороги. Электронная машина этой станции управляет замедлителями и стрелками и обеспечивает подход движущихся вагонов к стоящим на сортировочных путях со скоростью не более 6,5 км/час.

На ряде станций автоматизируются и другие процессы. На горке станции Кэрк установлены электронные весы, взвешивающие до шести вагонов в минуту с затратой времени на один вагон 3 секунды, а в особых случаях 2,5 секунды. Точность взвешивания достигает 0,2%. Взвешивание происходит при скорости от 6 до 19 км/час. Вес вагонов печатается автоматически на рулоне бумаги.

На станции Потомак применены телевизионные устройства для списывания вагонов при скорости входа поездов в парк до 16 км/час. Ночью телекамера работает при сильном освещении. Конторщик считывает номера вагонов с экрана телевизора и через микрофон передает эту информацию для составления печатного документа о номерах вагонов (сортировочного листа).

На станции Фервью Нью Йорк Центральной железной дороги и других электроника применена для обнаружения греющихся букс вагонов. Здесь в определенных точках пути установлены специальные путевые детекторы, которые контролируют температуру всех проходящих над ними букс вагонов и передают эту информацию в диспетчерский пункт, расположенный в 17 км от станции. В пункте, где находится диспетчер, автоматически вычерчивается график температур, показывающий, имеются ли в данном составе вагоны с греющимися буксами и в каком количестве.

Различные электронные устройства начинают применяться на некоторых станциях английских, французских и немецких железных дорог.

### **Автоматизация составления графиков движения, планов формирования и других технических документов**

Крупные технико-экономические результаты может дать применение электроники для составления документов, определяющих систему организации движения. К числу таких документов относятся прежде всего графики движения, планы формирования, описания технологических процессов и норма-

тивы эксплуатационной работы. Для каждого участка или направления можно получить огромное количество вариантов графиков движения поездов. Любой конкретный поезд можно представить в графике в 1440 вариантах, передвигая его в очередном новом варианте на одну минуту. Но известно, что на однопутных участках обращается, как правило, 20—30 пар или 40—60 поездов, а на двухпутном — 50—80 пар поездов и более. На особо грузонапряженных и пригородных линиях в районе крупных центров размеры движения достигают 150—200 пар поездов.

Таким образом, можно получить астрономическое число вариантов графика для каждого участка. Если даже отбросить все практически невозможные и явно нецелесообразные варианты, то и в этом случае число оставшихся вариантов графика, нуждающихся в построении для оценки их качества и выбора наилучшего, будет исключительно большим и отыскать лучший вариант методом реального построения графиков невозможно из-за огромной трудоемкости. Поэтому не удивительно, что два графиста, получив совершенно одинаковые исходные данные, составят всегда два различных и, как правило, неравноценных варианта графика. В общем случае более опытный графист представит лучший вариант графика.

В настоящее время оценка каждого вновь составленного графика осуществляется в основном эмпирически на основании материала, накопленного за много лет в ходе составления и исполнения графиков на данном участке, но не существует доказательства, что принятый вариант является самым выгодным и рациональным.

В настоящее время уже имеются попытки разработки первых алгоритмов для составления упрощенных параллельных графиков движения поездов и программ для решения этой задачи на электронной вычислительной машине «Урал».

В вычислительном центре АН УССР эта задача решалась для двух двухпутных участков с четырьмя перегонами на каждом. При этом алгоритм и программа предусматривали обеспечение заданных времен хода поездов по перегонам, интервалов попутного следования, технических стоянок поездов на участковой станции и стоянок локомотивов в пункте оборота. Для упрощения в программу было внесено условие безостановочного следования в пределах участков всех поездов.

Машина определила наивыгоднейшие моменты отправления поездов с участковых станций и автоматически подсчитала маршрутную скорость поездов в каждом из направлений движения.

Указанная работа пока не имеет непосредственного практического значения, но она важна как шаг на пути к решению важной проблемы — машинного составления графиков.

Для выбора наилучшего варианта плана формирования поездов в настоящее время имеются теоретические положения. Однако из-за громоздкости расчетов делаются допущения в виде ограничения числа станций на направлении, которые не дают возможности практически избирать оптимальный вариант во всех необходимых случаях.

Так, при пяти станциях на направлении число вариантов только по одnogруппным поездом составляет 103. При шести станциях число этих вариантов возрастает до 3700, а при семи — превышает 100 тыс.

При одновременном расчете формирования одnogруппных и групповых поездов число вариантов плана даже при указанном числе станций резко возрастает, а при увеличении числа сортировочных станций на направлении число вариантов возрастает до гигантских размеров. Например, при 10 станциях на направлении число возможных вариантов плана формирования только одnogруппных поездов составляет около 69 млрд. При разработке таких планов формирования длинные маршрутные направления разрезаются таким образом, чтобы в пределах каждого отрезка было не более пяти сортировочных станций, при которых рассчитывается 64 варианта плана. Затем планы формирования увязываются между направлениями. Далее подобный расчет ведется между каждыми двумя соседними сортировочными станциями для выбора специализации поездов, перерабатываемых на участках станциях, расположенных между сортировочными.

Если не удастся на маршрутном направлении ограничить число станций, тогда расчет плана формирования ведут методом «приближения к оптимальному варианту», рассматривая практически 2—3 возможных варианта. Лучший из них принимается для реализации, хотя остается не доказанным, что этот вариант оптимальный.

В настоящее время Вычислительным центром АН СССР составлены программы для расчета плана формирования на направлениях с шестью и 24 станциями, по которым проделаны пробные расчеты плана формирования на машине «Стрела».

Следует отметить, что алгоритм и программа для расчета плана формирования на направлении с 24 станциями не обеспечивают выбора оптимального варианта, а лишь механизмируют и ускоряют процесс расчета при использовании приближенного метода («аналитических сопоставлений»).

В ЦНИИ МПС разработаны алгоритмы и программы для отыскания наиболее выгодного плана формирования одnogруппных поездов на направлениях с четырьмя, пятью и соответственно шестью станциями. Для проверки алгоритмов и программ проделаны пробные расчеты на машине «Урал». В дальнейшем намечается разработать алгоритмы и програм-

мы для выбора схем формирования групповых поездов и отобрать лучшие стандартные программы для реализации.

Задача выбора наилучшего варианта возникает и при разработке технических нормативов эксплуатационной работы, технологических процессов работы станций и т. п. Для разработки указанных документов затрачивается огромный труд как на дорогах, так и в центральном аппарате. Применение электронной техники позволит резко сократить затраты труда и времени и обеспечить выбор действительно оптимальных вариантов, дающих наилучшие технико-экономические результаты.

Для решения этих задач уже начаты разработки алгоритмов и программ и не вызывает никаких сомнений тот факт, что эта задача будет решена в ближайшее время.

Что касается зарубежного опыта, то в иностранной печати имелись лишь сообщения о том, что инженеры Викториийской ж. д. в Австралии запатентовали автоматическую машину для разработки показателей, аналогичных нашим техническим нормативам эксплуатационной работы.

### **Автоматизация оперативного управления транспортными процессами**

Электронные машины представляют качественно новые возможности для автоматизации оперативного управления транспортным процессом. Одной из важнейших областей управления, где должны найти применение быстродействующие вычислительные машины, в первую очередь являются прогноз и регулирование грузопотоков. В настоящее время регулирование потоков даже в масштабе отдельных небольших подразделений сети представляет чрезвычайно трудоемкую задачу, в масштабе же всей сети задача оказывается исключительно сложной. Сложность ее обусловлена прежде всего массовостью и многотипностью средств транспорта, а также большим разнообразием грузов и категорий перевозок, большим количеством отправителей и получателей, огромным числом станций отправления и назначения. Все эти факторы создают чрезвычайно большое число комбинаций в расположении поездов, вагонов и локомотивов на сети железных дорог. Каждый день, каждый час и каждую минуту это расположение изменяется, так как подвижной состав находится в непрерывном перемещении. Крупные осложнения в управлении потоками на транспорте вносят сезонные колебания грузовых потоков.

Оперативным управлением грузопотоками в настоящее время занят большой штат работников оперативно-распорядительных отделов и вспомогательный штат для учета, анализа и подготовки соответствующих регулировочных мероприятий.



Известно, что осуществлять предупредительное регулирование можно только на основе предварительной информации о предстоящем поступлении грузопотоков на каждый данный пункт, отделение или дорогу, т. е. на основе прогноза потоков. В условиях современных скоростей движения для того, чтобы составить прогноз потоков на 3—5 дней вперед, необходимо учесть наличие вагонов на значительном полигоне сети общей протяженностью в несколько тысяч или десятков тысяч километров. Сбор, передача и фиксирование необходимых данных с такого полигона требуют большого труда и времени. Если на каждый вагон передать хотя бы 4—5 информационных данных, то для многих дорог информация о грузопотоках на 3—5 дней вперед будет состоять из сотен тысяч информационных данных. Сбор и обработка такого количества данных существующими способами требует большого труда, огромного количества людей и в то же время не обеспечивает необходимой точности этих данных.

Действительный прогноз грузопотоков и прежде всего в условиях железнодорожного транспорта может быть организован только с помощью электронной техники. Для этого разрабатывается соответствующая система сбора и кодирования данных, а также система автоматической связи для быстрой передачи этих сведений в электронную машину.

Определение предстоящего вагонопотока может быть осуществлено двумя основными способами, а именно:

- 1) по так называемым стандартам времени с периодической или непрерывной передачей информации с пунктов учета в вычислительный центр;

- 2) с помощью полного моделирования перевозочного процесса на линиях, по которым должен следовать вагонопоток (с периодической или непрерывной передачей информации в вычислительный центр).

На первом этапе представляется целесообразным иметь систему прогноза по первому способу. Все пункты отделения передают сведения имеющимися средствами в отделения железных дорог по определенному шифру и к определенному времени. В отделениях дорог указанные данные суммируются, классифицируются и передаются с помощью автоматических устройств связи в электронные машины, установленные в управлении железной дороги. После обработки указанных данных в электронной машине последняя выдает прогноз грузопотоков по каждому заданному пункту или участку на любой день в пределах установленного периода прогноза (1—5 дней).

Система прогноза грузопотоков у нас и за рубежом пока еще нигде не была реализована, но эта задача сравнительно легко разрешима, и она значительно проще, чем система прогноза погоды, которая (система) уже несколько лет осуществ-

ляется за рубежом с использованием электронной техники. На основе информации от сети метеостанций о барометрическом давлении, силе и направлении ветра, температуре, влажности, облачности и других данных машина по заранее разработанной программе решает систему дифференциальных уравнений, производя десятки миллионов арифметических действий. Если бы всю эту работу производить с обычной вычислительной техникой, то большой штат вычислителей мог бы определить прогноз погоды на сутки только в течение 10—30 дней. Машина же выполняет всю эту работу за 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> часа, с точностью до 90%.

Летом 1959 года был проведен опыт прогнозирования вагонопотоков для Свердловского узла. Для этого опыта в ИКТП был разработан алгоритм и программа, использованные в последующем при расчетах на машине «Стрела». Алгоритм и программа предусматривали составление прогноза вагонопотоков на четыре периода: на первую половину и отдельно на вторую половину первых суток, на вторые сутки и на третьи сутки. Для определения размера вагонопотоков, которые должны пройти через Свердловский узел, соответствующие учетные пункты в 18 часов каждых суток сообщали сведения:

а) о числе вагонов, которые должны пройти Свердловский узел транзитом без переработки (перестроения поездов) и отдельно — с переработкой;

б) о числе вагонов, которые должны поступить под выгрузку на станциях, входящих в Свердловский узел;

в) о числе порожних вагонов, которые должны прибыть на Свердловский узел.

Указанные данные подсчитывались для каждой линии, примыкающей к Свердловскому узлу, а вагоны, подлежащие выгрузке, распределялись по девяти станциям выгрузки, входящим в состав Свердловского узла.

По принятым условиям, прогноз вагонопотоков на каждый расчетный срок состоял из 512 чисел.

Следует отметить, что данные о вагонопотоках разделялись еще по признаку образования груженых вагонов, т. е. отдельно учитывались груженые вагоны, фактически находящиеся на пункте учета в 18 часов, и вагоны, которые намечается погрузить.

Трехсуточный прогноз потоков для Свердловского узла потребовал выполнения около 45 тыс. классификационных и арифметических операций. Перфорация карт, ввод данных в машину, работа машины и печатание результатов занимали около 1 час. 45 мин., из которых только 5 минут приходилось на чистый расчет. Если ускорить операции по заготовке перфорационных карт, то время подготовки прогноза можно сразу сократить почти в 2 раза. Однако и без этого достигну-

тая экономия труда и времени является существенной, так как расчет ожидаемого потока при использовании обычных счетно-клавишных машин потребовал бы около 120 человеко-часов, или, иначе говоря, более 60 работников.

Уже сейчас можно предвидеть, что в будущем лимитирующим элементом может оказаться первичный учет потоков, производимый на станциях. Для этого придется содержать значительный штат конторщиков-учетчиков. Поэтому возникает задача изыскания автоматических датчиков, могущих не только считать и фиксировать число единиц, но и классифицировать их по определенным признакам. Здесь могут быть использованы не только электрические счетчики, но и датчики, построенные на других принципах (фотографирование, телевидения, радара, гамма-излучения и т. п.).

Так, например, в 1958 году в США намечалась транспортная перепись по программе, включающей расчет объема и конфигурацию грузопотоков и пассажиропотоков и полную инвентаризацию технических сооружений транспорта по всем его видам. Печать подчеркивала, что эта перепись первая по широте поставленных задач и объему работы. Для облегчения и ускорения сбора первичных данных по учету грузопотоков было намечено не составлять специальных форм, а в качестве первичной использовать транспортную и бухгалтерскую документацию предприятий путем фотографирования этих документов на микроплёнку. В дальнейшем намечалось обрабатывать микроплёнку с применением современной счетно-решающей аппаратуры, приспособленной для автоматического считывания всех занесенных на микроплёнку данных.

### **Автоматизация регулирования грузовых потоков**

Прогноз вагонопотоков позволяет повысить качество оперативного планирования и организовать так называемое предупредительное регулирование вагонопотоков, обеспечивающих экономичное расходование средств и высокую степень использования вагонных и локомотивных парков и бригад.

Составление прогноза грузопотоков представляет собой лишь первую и более легкую задачу оперативного управления перевозочным процессом. Вторая задача состоит в том, чтобы на базе данных прогноза грузопотоков и сложившейся оперативной обстановки выбрать наилучший вариант регулировочных мер, которые обеспечивали бы продвижение грузопотока с наибольшей скоростью и с наименьшими экономическими затратами. Указанная задача тоже может быть решена, если в электронную машину ввести данные о пропускной способности участков, о перерабатывающей способности станций, себестоимости перевозок по линиям, о потребности и наличии локомотивных парков, о маневровых средствах. На ос-

новании этих данных электронная машина в соответствии с объемом и характером работы позволит выбрать наиболее эффективный для данных условий комплекс регулировочных мероприятий.

О реальности этой задачи свидетельствуют факты применения электронных машин для более сложных целей военного характера. Так, в Нью-Йорке построена специальная система, предназначенная для противовоздушной обороны города. Центром этой системы является большая вычислительная машина с сетью радарных станций. Получая от них данные о числе, местоположении, направлении и скорости движения самолетов противника, машина автоматически дает сигнал воздушной тревоги, разрабатывает и выбирает наилучший вариант плана обороны, поднимает с аэродрома самолеты и ракеты навстречу противнику и управляет их движением. Система управляет также стрельбой с самолетов, а по окончании операции возвращает самолеты на аэродром, регулирует их посадку и дает сигнал отбоя. По данным печати, указанная система при испытании работала не совсем удовлетворительно.

Следует отметить, что в данном случае вычислительная техника решает более сложную задачу, чем задача выбора наилучших вариантов регулирования движения транспортных единиц или грузопотока.

### **Автоматизация оперативного управления и проблема связи**

Материальной базой для системы регулирования грузопотоков является машина и автоматическая связь. В настоящее время такая связь получила наибольшее распространение на железных дорогах США, где она используется для передачи данных информации о движении грузопотоков. Автоматические средства связи стали получать там распространение с 1952 года для информации грузохозяев и для организации работы на станциях.

Примером может служить автоматическая информационная связь Нью-Йоркской центральной железной дороги, введенная в 1955 году. Эта система соединяет 67 станций дороги с четырьмя районными центрами. О каждом отправленном поезде станция с помощью быстродействующих передатчиков, работающих от перфорированных лент, передает сведения в районный центр; последний соответственно ретранслирует эти данные на станцию переработки поезда, где аппарат автоматически либо воспроизводит такую же перфорированную ленту, либо печатает индивидуальные карточки на каждый вагон поезда.

Дорога Чиззпик энд Огайо ввела систему автоматической информационной связи, соединив 238 принимающих и пере-

дающих станций. В это количество входит 56 грузовых станций, которые передают сведения о всех отправляемых вагонах на станции назначения и переработки поездов. Указанная связь включает свыше 50 тыс. км проводов. Подобная связь имеется в настоящее время на дорогах Нью-Хэви, Пенсильванской, Балтимор-Огайо и многих других.

С 1947 года информационная связь начала внедряться на железных дорогах Франции. В 1954 году был организован так называемый транзитный информационный центр в Дижоне, в который в 1956 году вливалось 18 линий связи. Французы подчеркивают, что автоматическая информационная связь, введенная первоначально для информации о движении ускоренных поездов со скоропортящимися и почтовыми грузами, оказалась эффективной и для всех остальных грузовых поездов. Она дает возможность заблаговременно подготовить станции для переработки поездов, обеспечить очередность подвода поездов в соответствии с требованиями технологии работы станций или требованиями клиентов, сократить наличие персонала, обеспечить высокую точность информации. С введением аппаратуры, работающей от перфорированных лент, точность и надежность информации резко возросла. В ближайшие годы намечается создание всеобщей сети связи с быстродействующими аппаратами на всех железных дорогах Франции.

Система информационной связи в СССР должна быть сконструирована таким образом, чтобы она могла быть использована не только для составления прогноза вагонопотоков на день или несколько суток, регулирования движения поездов и потоков, но одновременно и для информации различных служб и подразделений транспорта, а также для получения других сведений о работе железных дорог. В частности, информация может быть использована для оперативного планирования работы станций, участков и депо, для анализа выполненной эксплуатационной работы, для накопления статистических данных и отчетности, для финансовых расчетов, для калькуляции себестоимости перевозок.

### **Автоматизация составления плана перевозок**

Автоматические вычислительные машины могут быть успешно применены для выбора оптимальных вариантов плана перевозок на базе использования теории линейного программирования. При обычных методах решения этой задачи требуется огромная работа по сбору заявок, по суммированию заявленных перевозок, по распределению их по станциям отправления. Как правило, при планировании принимается ранее сложившаяся система распределения перевозок по линиям, и плановые органы ограничиваются относительно небольшими

коррективами, улучшающими общий план перевозок. При таких методах разработки плана не имеется возможности выбрать лучший вариант плана перевозок, так как этот выбор необходимо делать из огромного количества вариантов. Если бы на сети было всего лишь 100 пунктов отправления и 100 пунктов назначения, то в этом случае только по одному роду груза можно иметь 10 тыс. транспортных корреспонденций. Фактически же на сети железных дорог имеется примерно 8 тыс. станций отправления и около 12 тыс. пунктов назначения. При этом номенклатура грузов включает многие тысячи конкретных наименований. В этих условиях возникает огромное количество вариантов плана перевозок, из которых необходимо отбирать самый рациональный вариант, обеспечивающий отсутствие нерациональных перевозок, минимум порожнего пробега, минимум себестоимости, рациональное заполнение пропускной способности отдельных линий. Основательно эта задача может быть разрешена лишь с помощью современной вычислительной техники.

В настоящее время в Институте комплексных транспортных проблем разработаны алгоритмы и программы для решения этой задачи. Для проверки алгоритмов и программ проведен опыт по выбору наиболее выгодного варианта перевозок автотранспортом одного строительного груза в пределах Москвы. На основании данных Главмосавтотранса составлена «шахматка» перевозок за одну декаду июня 1958 года. «Шахматка» составилась по нарядам, выданным на перевозку этого груза, и включала восемь пунктов отправления и 201 пункт назначения.

Опыт расчета наилучшего варианта на машине «Стрела» показал следующее. Вся задача с учетом ввода данных в машину и времени на выдачу результатов потребовала 1 час 35 минут, в том числе сам расчет занял 30 минут машинного времени.

Найденный машиной оптимальный вариант плана перевозок оказался экономнее варианта, составленного по нарядам, по тонна-километрам на 11,4%. Если указанную экономию на пробеге распространить на весь год и весь парк автомобилей, то оптимальный вариант позволит сберечь много миллионов рублей. Аналогичные разработки ведутся за рубежом.

В Англии используется, например, машина Феранти Пегасус, которая считает все корреспонденции груза при максимальном количестве пунктов отправления и назначения 128. Выбор лучшего варианта из 1792 возможных маршрутов машина осуществляет за 60 минут. Подсчитано, что благодаря этому удалось, в частности, сэкономить 10% платы за перевозки угля на коксохимические заводы Англии, что дало полмиллиона фунтов стерлингов экономии.

В Лондоне, Лидсе, Шеффилде, Саутгемптоне созданы вы-

числительные центры, которые предоставляют в аренду свои вычислительные машины для выбора лучших вариантов распределения перевозок с оплатой 50 фунтов стерлингов за час.

Возможности современной вычислительной техники поистине неограниченны. В настоящее время даже трудно определить все возможные сферы применения этой новой техники на транспорте. Большую экономию средств и труда обещает применение вычислительной техники для обработки и анализа данных статистической и финансовой отчетности, для обработки отдельных бухгалтерских документов, для проведения текущей переписи вагонов, локомотивов и других средств транспорта, для осуществления научных и инженерно-технических расчетов.

За рубежом вычислительная техника начинает получать широкое применение для автоматизации процессов назначения поездных бригад, инвентаризации хозяйства, расчетов пути и искусственных сооружений, моделирования, процессов сопротивления движению, автоматизации кассовых операций.

Ряд дорог, в частности дорога Чизэпик энд Огайо, применяет вычислительную технику для решения вопросов материального снабжения линий, обрабатывая на электронных машинах заказы и производя учет запасов этих материалов. Аналогичное оборудование имеет Большая Северная дорога и ряд других.

В 1957 году Пенсильванская железная дорога открыла в Нью-Йорк-Сити новое бюро для продажи билетов, в том числе по предварительным заказам, а также для информации соответствующих касс и администрации о ходе продажи билетов на различные поезда. Это бюро имеет систему связи, которая включает 105 телепередатчиков, 100 телеприемников, 113 телеавтографов, 134 бильдаппарата, 43 автоматических билетопечатающих машин и некоторое количество счетных машин, которые ведут учет свободных мест и дают о них информацию.

\* \*

\*

Перечисленные примеры применения современной вычислительной техники для решения различных задач на железнодорожном транспорте показывают, насколько широки перспективы ее развития. В связи с этим возникает задача самого тщательного изучения мирового опыта по применению кибернетики на транспорте. Нет сомнения, что некоторые сообщения иностранной печати являются обычной рекламой. Однако наряду с этим можно видеть действительно серьезные тенденции к широкому применению электронной техники в различных отраслях хозяйства и знаний. Имеются сведения о том, что в США создано около 100 компаний, которые вложили свои капиталы в предприятия по выпуску электронных машин.

В 1955 году в США была создана комиссия для определе-

ния области применения автоматических вычислительных машин на транспорте. Эта комиссия, в частности, рекомендовала использовать указанные машины для разработки планов и отчетов о работе железных дорог.

В мае 1956 года в городе Сент-Луисе проходил съезд представителей железных дорог США, обсуждавших, между прочим, перспективу применения электронных машин в обработке и анализе финансово-материальных документов. В 1956 году в городе Намюр (Бельгия) состоялся первый Международный конгресс по вопросам кибернетики, на котором была учреждена Международная ассоциация по кибернетике. Конгресс заслушал сообщения о различных аспектах развития и применения кибернетики, в частности и на транспорте.

В феврале 1957 года в городе Пукипси штата Нью-Йорк был проведен недельный семинар представителей 18 железных дорог США по вопросам о возможности применения электронных счетно-решающих машин на транспорте. На семинаре было отмечено, что такие машины уже применяются для разработки данных статистики, обработки бухгалтерской отчетности, платежных ведомостей, для составления различных калькуляций и т. д. Там же была намечена перспектива применения электронных вычислительных машин для оперативного командования эксплуатационной работой, в частности для определения потребности в вагонах, для назначения бригад. На семинаре также отмечалось, что к 1960 году возможно автоматизировать расчеты потребности вагонов как на короткий отрезок времени вперед (на сутки, неделю и месяц), так и для разработки обоснованной программы вагоностроения. Установлена возможность применения электронной техники также для составления программы ремонта подвижного состава и пути.

В сентябре 1958 года в Намюре состоялся второй Международный конгресс по вопросам кибернетики. На этом конгрессе было заслушано 105 докладов, в том числе несколько докладов, непосредственно связанных с автоматизацией процессов управления на транспорте. Тематика представленных на конгресс докладов показала, насколько широка сфера применения кибернетики и настолько серьезно разворачиваются работы в различных странах по развитию этого нового направления в науке.

В октябре 1958 года в Мадриде состоялась 17-я сессия Международного железнодорожного союза, на которую также был представлен доклад о применении электронной вычислительной аппаратуры на железных дорогах. На этой сессии, в частности, был зачитан доклад, составленный на базе отчетов многих стран, рассматривавших вопросы применения электронной техники для расчетов размеров движения на железных дорогах, распределения вагонов по станциям и контроля



за их движением, а также для обработки статистических и финансовых документов.

Необходимо объединить усилия академических институтов, отраслевых институтов и транспортных высших учебных заведений в работах над вопросами применения кибернетики на транспорте и осуществлять исследования по координированным планам с тем, чтобы разработать необходимые алгоритмы, методы программирования различных задач и эксплуатационные требования к машинам и средствам связи.

---

### ЛИТЕРАТУРА

- Краймер Л. П. Техническая кибернетика. М.—Л. Госэнергоиздат. 1958.
- Китов А. И. Электронные цифровые машины. М. «Советское радио». 1956.
- Попов Е. Н. Проблемы применения кибернетики на железнодорожном транспорте. Статья в журн. «Вестник Всесоюзн. научно-исслед. ин-та железнодорожного транспорта», 1959, № 1.
- Лоскутов В. И. Математические и управляющие машины на железнодорожном транспорте. Статья в журн. «Железнодорожный транспорт», 1958, № 7.
- Петров А. П. Применение электронных вычислительных машин на железнодорожном транспорте. Статья в журн. «Вестник Всесоюзн. научно-исслед. ин-та железнодорожного транспорта», 1959, № 4.
- Поспелов В. Автомашинист. Статья в журн. «Техника молодежи», 1958, № 12.
- Смелян Г. Машинист-автомат. Статья в журн. «Наука и жизнь», 1958, № 12.
- Фролов И. Автопомощник машиниста. Статья в журн. «Юный техник», 1958, № 10.
- Зинько Ф. Автомашинист. Статья в журн. «Юность», 1959, № 5.
- Рахович Л. и др. Думающий светофор. Статья в журн. «Знание — сила», 1959, № 7.
- Глебов А., Москатов Е. Потоки «черепахи». Статья в журн. «Знание—сила», 1958, № 5.
-

**75 коп.**